

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GIOVANNE DALMO BARROS BASTOS

A TECNOLOGIA RR NA PRODUÇÃO DA SOJA

Monte Carmelo  
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
GIOVANNE DALMO BARROS BASTOS

## A TECNOLOGIA RR NA PRODUÇÃO DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia  
da Universidade Federal de  
Uberlândia, Campus Monte  
Carmelo, como requisito necessário  
para a obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Carolina  
Silva Siquieroli

Monte Carmelo  
2020

GIOVANNE DALMO BARROS BASTOS

A TECNOLOGIA RR NA PRODUÇÃO DA SOJA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 21 de dezembro de 2020

Banca Examinadora

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Carolina Silva Siquieroli  
Orientadora

---

Prof. Dr. Douglas José Marques  
Membro da Banca

---

Dr<sup>ª</sup>. Édila Maria de Rezende  
Membro da Banca

Monte Carmelo  
2020

A Deus, meus pais e família  
**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, que sempre me abençoou, me deu forças para superar todos os obstáculos, me deu sabedoria, guiou meus passos para que eu pudesse chegar até aqui e pela oportunidade de cursar Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Uberlândia.

Agradeço minha mãe Emília por todos ensinamentos, todo amor e toda sua luta, à minha irmã Gislaine, ao Felipe (*In memoriam*) que sempre será lembrado em meu coração com muito amor e o motivo de toda essa conquista, meu pai Sebastião que apesar de tudo, me incentivou e aos demais familiares que de alguma forma me ajudaram ao longo desses anos.

À minha namorada Sara e aos respectivos familiares, pelo apoio e incentivo não só nesse momento, mas em todos da minha vida.

Agradeço imensamente a professora Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Silva Siquieroli pela orientação, paciência, compreensão e apoio para a realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e que fizeram que eu tivesse crescimento pessoal e profissional e a todos os funcionários que me proporcionaram um ambiente agradável durante os anos de graduação, gratidão.

## RESUMO

A soja é a leguminosa de maior destaque na agricultura, tanto no cenário nacional quanto no internacional, em função de sua indiscutível importância econômica. E isto se deve a grande versatilidade de uso dos grãos, proporcionada principalmente pelos altos teores de óleos e proteínas. Neste cenário, destaca-se as cultivares transgênicas, as quais foram determinantes para o sucesso da cultura. O cultivo de genótipos transgênicos visa um controle mais eficiente de insetos e plantas daninhas e, conseqüentemente, um potencial aumento produtivo. Neste sentido, no presente estudo teve-se como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica sobre a tecnologia RR na produção da soja. A metodologia utilizada foi por meio de pesquisa bibliográfica, referente ao tema em questão.

Palavras-Chave: *Glycine max*, variedades geneticamente modificadas, melhoramento genético, transgenia.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Classificação taxonômica, origem e expansão.....	9
2.2 Importância econômica.....	10
2.3 Aspectos agronômicos.....	11
2.4 Organismos Geneticamente Modificados.....	11
2.5 Soja transgênica no Brasil.....	12
3 METODOLOGIA.....	14
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
REFERÊNCIAS.....	15

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é de suma importância para o agronegócio brasileiro. O destaque da cultura é devido a sua vasta utilização, como produção de farelo, como fonte de proteínas na nutrição animal (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014), e também como óleo, cuja produção é voltada para o consumo humano sendo utilizado, em menor escala, para produção de cosméticos, remédios, plásticos, tecidos, biodiesel e outros (CONAB, 2019).

A produção de soja no Brasil se destaca nacionalmente e internacionalmente, concorrendo com a produção de países como: Estados Unidos e Argentina. Em adição, a cultura ainda tem potencial de crescimento e expansão de áreas de produção em todo país (RODRIGUES, 2018). Tudo indica que o Brasil se manterá em destaque na produção mundial de soja, sendo prevista uma produção recorde para a safra de 2020/21 estimada em 134,45 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Aproximadamente 97% da área cultivada com soja no Brasil é semeada com cultivares transgênicas contendo a tecnologia *Roundup Ready* (RR) (EMBRAPA, 2020). Esta tecnologia permitiu a introdução do gene cp4-epsps conferindo às plantas a tolerância à aplicação, em pós-emergência, de herbicidas à base da molécula de glifosato. A utilização de cultivares de soja resistente ao glifosato apresenta uma boa forma de controle de plantas daninhas, quando comparada à soja convencional (PIONEER, 2020).

O glifosato é um herbicida sistêmico de amplo espectro de ação, que pode ser utilizado em diferentes estádios de desenvolvimento de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto para folhas largas como estreitas. A absorção ocorre pelas folhas e a translocação ocorre por meio do floema para os tecidos meristemáticos da planta. A sua ação inibe a atividade da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs) que é catalisadora das reações dos aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina e triptofano (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

As cultivares transgênicas com tecnologia INTACTA RR2 PRO® apresentam proteção contra as principais pragas da cultura da soja, com alta eficácia contra a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), a broca-das-axilas (*Crociosema aporema*) e a lagarta-das-maçãs (*Chloridea virescens*). Esta proteção que é conferida pela presença da proteína Bt oriunda da expressão do gene Cry1Ac (INTACTA, 2020). A semente RR2 PRO® expressa genes que além de conferir resistência a alguns insetos da ordem Lepidoptera também apresenta tolerância ao



herbicida glifosato, conferindo aumento de produtividade (CTNBio, 2010). Essa combinação proporciona diminuição no uso de agroquímicos (EMBRAPA, 2020).

Com base nesses fundamentos, no presente estudo teve-se como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica sobre a tecnologia RR na produção da soja.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Classificação taxonômica da cultura, origem e introdução no Brasil**

A soja [*Glycine max.* (L.) Merrill] é uma planta autógama, de dias curtos, cuja composição taxonômica é inserida na divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine*. Possui raiz do tipo pivotante, caule do tipo haste, fruto tipo vagem e folhas compostas trifoliadas.

Esta planta é uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de 5.000 anos, a partir da soja silvestre. No século XVII, o seu comércio ainda era muito restrito aos países orientais, com destaque para China e Japão. Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização ocidental por milhares de anos, só no final do século XV e início do século XVI foi levada para o ocidente por meio de navios. Em meados do século XVII a soja foi introduzida na Europa, como planta ornamental e com isso, estudos científicos se iniciaram com o intuito de analisar sua produtividade e o desenvolvimento da espécie (CÂMERA, 2011).

No Brasil, antigas citações encontradas na literatura sobre soja demonstraram que os estudos começaram por Gustavo Dutra, que conduziu e relatou as primeiras avaliações com algumas variedades na Escola de Agronomia no estado da Bahia. A partir disto, diversos estudos começaram a ser realizados em várias regiões do país. No ano de 1908 ocorreu a introdução em São Paulo de cultivares adaptadas para o consumo humano. Em Minas Gerais, houve a introdução na década de 1920, em Santa Catarina, na década de 1930, em Goiás a introdução ocorreu em 1950 e nos outros estados da área Centro-Norte-Nordeste, somente ocorreu a partir da década de 1970 (MIYASAKA; MEDINA, 1981).

Por volta de 1970, com a estimulação dos altos preços no mercado mundial, o cultivo da soja passou a ter uma enorme importância entre as culturas existentes no Brasil. Nestes momentos, os estados do Paraná e Rio Grande do Sul se apresentavam como os

maiores produtores de soja no país. Posteriormente, começaram os investimentos no melhoramento da cultura o que permitiu sua introdução no cerrado, levando o Brasil a se destacar como um dos maiores produtores do mundo (SEDIYAMA et al., 2005).

## **2.2 Importância econômica**

Atualmente o Brasil é considerado o maior produtor de soja do mundo, sendo responsável por 35,44% da produção mundial de soja em grão. No país, é considerada a principal cultura em extensão de área e volume de produção, representando aproximadamente 48% dos 240,65 milhões de toneladas de grãos produzidos em 2019. Segundo a Secretaria Comércio Exterior (Secex) do Ministério da Economia (ME), o complexo soja (soja em grãos, farelo de soja e óleo de soja) foi responsável por 40,64 bilhões de dólares, ou seja, 16,98% de todas as exportações nacionais, sendo o produto de maior importância na balança comercial brasileira no ano de 2018 (CONAB, 2019).

Estima-se que na cadeia e nos serviços associados, a cada dez hectares cultivados com soja são gerados um emprego direto e um indireto. Ao considerar que a soja ocupe cerca de 35 milhões de hectares no Brasil, o total de empregos gerados são de 7 milhões e o setor participa com pelo menos 19% dos mais de 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro gerado pela agroindústria (MONTROYA et al., 2019).

A soja geneticamente modificada, juntamente com o milho e algodão contribui positivamente para a economia do Brasil, sendo de suma importância na participação no produto interno bruto (PIB). Atualmente o país se destaca na utilização de sementes geneticamente modificadas (GM), ocupando o segundo lugar mundial, ficando atrás somente dos Estados Unidos (MOLINARI, 2018).

O expressivo aumento nos últimos anos da área cultivada com soja e de sua produtividade foram significativos graças aos avanços tecnológicos, disponibilização de tecnologias para o setor produtivo e aos esforços de programas de melhoramento genético da cultura que, a cada ano, consegue desenvolver cultivares cada vez mais adaptadas e estáveis, com alta capacidade produtiva em diversos ambientes de produção, o que possibilita a expansão e aberturas de novas fronteiras agrícolas (BISINOTTO, 2013).

### **2.3 Aspectos agronômicos**

Para a cultura da soja obter altos índices de rendimento são necessárias condições favoráveis para que alcance seu máximo desenvolvimento nos estádios vegetativo e reprodutivo. Alguns fatores são relevantes para que isso ocorra, sendo eles a umidade, fotoperíodo, condições hídricas, intensidade da irradiação solar, o manejo da cultura, temperatura, entre outros (SEDIYAMA et al., 2009).

A luz é um dos principais fatores de interação entre a cultura e o ambiente, pois controla seu desenvolvimento e influencia no processo da germinação das sementes, crescimento de caules e folhas, floração, formação de órgãos de reservas e partição de assimilados (MARQUES, 2014).

A temperatura ideal para a rápida germinação e emergência das plântulas é situada próxima de 30°C. No entanto, sob temperatura mínima de 5°C e máxima de 40°C a germinação ocorre, porém com decréscimo na taxa de sobrevivência, acúmulo de matéria seca e altura das plântulas (SEDIYAMA et al., 2009). Temperaturas baixas podem acarretar atrasos em diferentes fases, podendo vir a reduzir a produção (GUIMARÃES et al., 2008).

A água é um dos componentes da soja que exerce maior influência na germinação de sementes (HICKS, 1978). A água tem sua importância na germinação e isso é devido a três razões: atividade enzimática; solubilização e transporte de reservas; e como participante de reações biológicas (MARCOS FILHO, 2005).

### **2.4 Organismos Geneticamente Modificados**

Os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) surgiram em meados de 1973 quando dois bioquímicos norte-americanos Cohen e Boyer, que coordenavam um grupo de pesquisas em Stanford e na University of Califórnia davam os primeiros passos para o mundo da transgenia. Eles conseguiram transferir um gene de rã para uma bactéria, sendo o primeiro experimento de sucesso ocorrido usando a técnica do DNA recombinante (ALVES, 2004).

Os OGMs são popularmente conhecidos como transgênicos. No entanto, são considerados transgênicos todo organismo cujo material genético sofreu alteração em sua estrutura, com a introdução de genes de um organismo de espécie diferente, a partir da

tecnologia do DNA recombinante. Assim, os OGMs podem ser transgênicos ou não, dependendo do gene introduzido no seu genoma ser proveniente de espécie diferente ou da mesma (ULTCHAK, 2018).

A tecnologia do DNA recombinante possibilita a união de DNA de origens não homólogas, geralmente de diferentes organismos realizada em um processo *in vitro*. O resultado é um DNA quimérico, tendo em vista que diferentes fragmentos são arranjados de forma contígua (NODARI; GUERRA, 2003).

Para a obtenção da soja transgênica utilizam-se técnicas de engenharia genética para inserção de um ou mais genes de interesse de outra espécie no seu genoma e, posteriormente, continua-se o processo de melhoramento por meio de métodos clássicos (OLIVEIRA, 2019).

Sobre a rotulagem dos alimentos e ingredientes alimentares para consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir dos OGMs, o governo brasileiro emitiu o decreto nº 4680 em abril de 2003, assegurado pela Lei nº 8.078/90. Neste decreto foi instituída a rotulagem como elemento de informação para os consumidores descrevendo se o produto é transgênico ou não. Em adição, pode-se também rastrear os produtos, sendo uma ferramenta essencial para a saúde brasileira, como prevê o Código de Defesa do Consumidor (COSTA; MARIM, 2011).

## **2.5 Soja transgênica no Brasil**

A primeira soja transgênica desenvolvida com finalidade de ser tolerante ao herbicida glifosato foi a variedade *Roundup Ready* (RR) patenteada pela empresa Monsanto (SOUZA, 2017). Comercialmente, cultivares de soja RR estão disponíveis no mercado dos EUA desde 1996 (BORÉM; SANTOS, 2008).

No Brasil, a história da soja transgênica teve início em 1996 quando os produtores brasileiros do Sul, que fazia fronteira com a Argentina, observaram que seus vizinhos tinham acesso à tecnologia RR, a qual facilitava o controle e o manejo de plantas daninhas. Primeiramente, a soja RR chegou de maneira ilegal, provinda da Argentina por meio do contrabando (Vinte anos de transgênicos no Brasil, 2018). Somente em 1998 que a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) emitiu parecer conclusivo favorável a essa tecnologia (Diário Oficial da União 188). Assim, o primeiro evento de transformação genética na soja, aprovado no Brasil foi o GTS-40-3-2, soja tolerante ao

herbicida glifosato (*Roundup Ready*<sup>TM</sup>). Entretanto, só a partir de 2003 que o plantio de soja transgênica em áreas comerciais passou a ser permitido oficialmente no país, quando o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) sancionou a Lei 10.814, a qual estabeleceu normas para o plantio e comercialização da produção de soja geneticamente modificada, autorizando também, a inclusão de cultivares de soja transgênica no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (LIMA et al., 2018).

O gene cp4-epsps confere às plantas a tolerância à aplicação, em pós-emergência, de herbicidas à base da molécula de glifosato. Esse gene foi isolado da bactéria chamada *Agrobacterium spp* encontrada em um tanque de efluentes em uma fábrica de produção do glifosato. A introdução do gene cp4-epsps nas plantas de soja se deu pelo processo de biobalística (PIONEER, 2020).

Variedades de soja INTACTA RR2 PRO®, desenvolvidas pela empresa Monsanto, foram aprovadas pela CTNBio em agosto de 2010, sendo desenvolvidas cultivares adaptadas para distintas regiões brasileiras. Essa tecnologia oferece proteção contra as quatro principais lagartas que atacam a cultura da soja (lagarta da soja, falsas medideiras, broca das axilas e lagarta das maçãs) conferida pela presença da proteína Bt (Cry1Ac), e tolerância ao herbicida glifosato proporcionada pela tecnologia *Roundup Ready* (RR) (INTACTA, 2020).

O cristal Bt é composto por endotoxinas de massa molecular variando de 25 kDa a 140 kDa. As proteínas Cry, quando ingeridas por lagartas, são dissolvidas no intestino médio alcalino e proteoliticamente convertidas em polipeptídios menores e mais tóxicos. Estes polipeptídios se ligam aos sítios receptores específicos das células do intestino médio de insetos, formando um poro causando a lise das células, levando o inseto à morte (BOBROWSKI et al., 2002).

Desde os anos 70, o glifosato tornou-se uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas. Porém, seu uso intensivo em grandes áreas selecionou algumas espécies resistentes ou tolerantes (ENLIST, 2020). Assim, está em desenvolvimento no Brasil variedades de soja tolerantes aos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio em combinação com duas proteínas Bt (Cry 1F e Cry 1Ac) de maior espectro de proteção contra lagartas (CORTEVA, 2020).

### **3 METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram realizadas buscas na biblioteca virtual da Universidade Federal de Uberlândia e outras fontes como: Google Acadêmico, livros, monografias, sites e estudos. Foram selecionados materiais publicados entre 2000 e 2020, escritos em inglês, português ou espanhol. Optou-se pela busca por termos livres, sem o uso de descritores. Com essa estratégia, houve a recuperação de um número maior de referências, garantindo a detecção de uma grande quantidade de trabalhos publicados dentro dos critérios pré-estabelecidos. Os termos cultura da soja, soja transgênica, soja RR, soja RR2, transgenia no Brasil, gene cp4-epsps, proteínas Cry foram combinados com as associações e desfechos de interesse.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O plantio da soja transgênica vem possibilitando benefícios para a atividade agrícola, como a menor utilização de insumos, bem como aumento da produção e da renda do setor. A redução nas perdas em virtude do ataque de pragas e a consequente melhora na produtividade dos cultivos transgênicos levaram à economia de área plantada. O uso da transgenia na cultura da soja impactou positivamente no PIB brasileiro. Contudo, é necessário o estímulo ao uso correto e sustentável da transgenia como parte da estratégia de desenvolvimento do agronegócio no país.

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. S. **A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem.** Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/33/34>  
Acesso em 16 de dez. 2020.

BISINOTTO, F. F. **Correlações entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja.** 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Variedades Resistentes a Herbicidas: Legislação e liberação.** In: A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. XXVI CBCPD/ XVIII Congresso ALAM. 2008. p.165-178.

BROBOWSKI, V. L.; FIUZA L. M.; PASQUALI, G.; BONADANESE-ZANETTINI, M. H. Characterization of two *Bacillus thuringiensis* isolates from Brazil and their toxicity against *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, v. 25, n. 2, p. 129-135, 2002.

CÂMARA, G.M.S. **Introdução ao agronegócio da soja.** Piracicaba: ESALQ, LPV, 2011. p.1-18.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos** - safra 2020/21 – terceiro levantamento. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, v. 8, n. 3, p. 1-86, 2020.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2019/2020.** Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento Conab, v. 7, 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>  
Acesso em 12 de dez. 2020.

CORTEVA. Enlist®. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>. Acesso em 13 dez. 2020.

COSTA, T.E.M.M; MARIN, V.A. Rotulagem de alimentos que contém Organismos Geneticamente Modificados: políticas internacionais e Legislação no Brasil. **Ciênc. Saúde coletiva**, v.16, n. 8, 2011.

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Extrato de parecer nº 2542/2010. Brasília, DF, 2010. Disponível em: [http://ctnbio.mctic.gov.br/publicacoes/-/document\\_library\\_display/cwksGAQxt1lp/view/686342?p\\_auth=5OacWhn8](http://ctnbio.mctic.gov.br/publicacoes/-/document_library_display/cwksGAQxt1lp/view/686342?p_auth=5OacWhn8). Acesso em 10 dez. 2020.

EMBRAPA. Embrapa Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/intacta/sistema>. Acesso em 13 dez. 2020.

ENLIST. Enlist®. Disponível em: <http://enlist.com.br/>. Acesso em 13 dez. 2020.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Glifosato**: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. [S.I.]: ACADCOM, 2005. 67p.

GUIMARÃES, F.S. et al. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1099-1106, 2008.

HICKS, D.R. Growth and Development. In: NORMAN A.G. **Soybean, Physiology, Agronomy, and Utilization**. Academic Press, New York, 1978, p. 17-44.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 37 p.

INTACTA. Intacta RR2 PRO®. Disponível em: <https://www.intactarr2pro.com.br/intacta-rr2-pro/>. Acesso em 13 dez. 2020.

LIMA D.; SILVA FILHO, P.M.; OLIVEIRA, A.B. A inserção da soja *Roundup Ready*™ no registro nacional de cultivares In: VIII Congresso Brasileiro de Soja, Goiânia, GO, 2018.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.

MARQUES, F.S. **Desempenho agrônômico e divergência genética como critério de seleção de genitores de soja com tolerância à ferrugem asiática**. 2014. 46f Monografia (Graduação em agronomia). Instituto de ciências agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MIYASAKA, S. MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. Piracicaba: Fealp, 2005. 495p.

MOLINARI, H. Vinte anos de transgênicos no Brasil. *Agroanalysis*, v. 38 n. 2, Fev, 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/view/77454>. Acesso em 13 dez. 2020.

MONTOYA, M. A. et al. Uma Nota Sobre Consumo Energético, Emissões, Renda e Emprego na Cadeia de Soja no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 73, n. 3, p. 345-369, 2019.

NODARI, R.O.; GUERRA, M. Da transformação em bactérias (1928) às plantas transgênicas. *Ciência & Ambiente*, v. 26, p. 49-65, 2003.

OLIVEIRA, A. B., et al. **Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, 2019.

PIONEER, 2020. Tolerante ao Glifosato. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/biotecnologia/tolerante-ao-glifosato>. Acesso em 13 dez. 2020.



RODRIGUES, R. **Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo**. Piracicaba: ESALQ, 2018. 416 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009, p. 1-5.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R de C.; REIS, M. S. Melhoramento da Soja. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 553-604.

SOUZA, L. S. **Alimentos transgênicos: o que os alunos do curso de nutrição de uma instituição de ensino superior do Rio de Janeiro sabem sobre este tema?** 2017. 44 f Trabalho de conclusão de curso (Graduação em nutrição). Centro Universitário – Laureate International Universities, Rio de Janeiro.

ULTCHAK, A.A.M.S. Organismos Geneticamente Modificados: a legalização no Brasil e o desenvolvimento sustentável. **R. Inter. Interdisc. INTERthesis**, v.15, n.2, p.125-142, 2018.

VINTE ANOS DE TRANSGÊNICOS. Benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil. Disponível em: <https://croplife.storage.googleapis.com/1/2019/10/Vinte-anos-transgenicos.pdf>. Acesso em 13 dez. 2020.